

Auto placement and routing device and semiconductor integrated circuit

Patent Number: ☐ US6388277
Publication date: 2002-05-14
Inventor(s): KOBAYASHI HIROYUKI (JP); SHIMAZU YUKIHIKO (JP)
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)
Requested Patent: JP2000029923
Application Number: US19980197697 19981123
Priority Number(s): JP19980198759 19980714
IPC Classification: H01L27/10
EC Classification: H01L23/522C
Equivalents:

Abstract

An auto placement and routing device lays out wiring with consideration for influences of an increase in an effective coupling capacitance. A layout data generation unit 11 allots signal lines (21 to 27) to grids (11, 13, 15, 17, 19, 111, 113), respectively. The signal lines (21, 23, 25, 27) have a signal attribute B, and the signal lines (22, 24, 26) have a signal attribute A. Thus, the signal line having the signal attribute A and the signal line having the signal attribute B are placed by turns so that the signal lines having the same signal attribute are not to be adjacent to each other. Accordingly, the potential transitions of the signal lines (23, 25) adjacent to an observed signal line (24) do not take place at a time when the potential transition of the observed signal line (24) takes place. This prevents an increase in the effective coupling capacitance of the observed signal line (24) due to the potential transitions of the signal lines (23, 25) adjacent to the observed signal line (24).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

AL

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-29923
(P2000-29923A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl.
G06F 17/50
H01L 21/82

識別記号

FI
G06F 15/60
H01L 21/82

サーチコード(参考)
658E 5B046
W 5F064

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L (全16頁)

(21)出願番号 特願平10-198759

(22)出願日 平成10年7月14日(1998.7.14)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 小林 宏行

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 島津 之彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74)代理人 100089233

弁護士 吉田 茂明 (外2名)

Fターム(参考) 5B046 A008 BA06 CA00 FA00

5F064 EE14 EE43 EE46 EE47 EE52

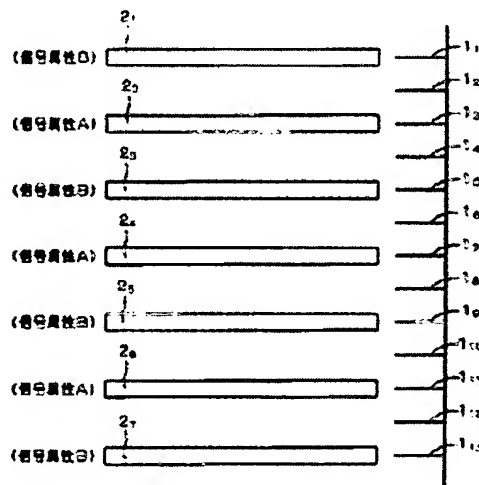
INN06

(54)【発明の名称】 自動配線配線装置及び半導体集積回路

(57)【要約】

【課題】 実効カップリング容量の増加による影響を考慮して配線レイアウトを実行する自動配線装置を得る。

【解決手段】 レイアウトデータ生成部11は、信号線21~27を、グリッド11、13、15、17、19、111、113にそれぞれ割り当てる。このとき、信号線21、23、25、27は信号属性Bを有する信号線であり、信号線22、24、26は信号属性Aを有する信号線である。その結果、信号属性Aを有する信号線と信号属性Bを有する信号線とが交互に配置され、同一の信号属性を有する信号線同士が互いに隣接しない構成となっている。従って、各信号線24に隣接する信号線23、25の電位は、各信号線24の電位が遷移するタイミングでは遷移しないため、各信号線24に隣接する信号線23、25の電位が遷移することによる各信号線24の実効カップリング容量の増加分をゼロにすることができる。



1.~13:グリッド
2.~27:信号線

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の信号線を含む複数の配線により素子が接続されて成る回路の接続情報を与えるネットリストを入力するネットリスト入力手段と、

前記複数の配線及び前記素子のそれぞれを、前記回路を形成すべき基板上に割り当てるためのレイアウトデータを生成するレイアウトデータ生成手段とを備え、

前記ネットリストは、前記複数の信号線のそれぞれの電位が遷移するタイミングに関する情報を含み、前記レイアウトデータ生成手段は、前記ネットリストにおける前記タイミングに関する情報に基づいて、第1のタイミングで電位が遷移する第1の信号線に一方で隣接する配線として、電位が前記第1のタイミングで遷移しない配線を割り当てることを特徴とする自動配置配線装置。

【請求項 2】 電位が前記第1のタイミングで遷移しない前記配線は、前記第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第2の信号線であることを特徴とする、請求項 1に記載の自動配置配線装置。

【請求項 3】 前記レイアウトデータ生成手段は、前記第1の信号線に他方で隣接する配線として、前記第2のタイミングで電位が遷移する第3の信号線を割り当てることを特徴とする、請求項 2に記載の自動配置配線装置。

【請求項 4】 前記レイアウトデータ生成手段は、前記第1の信号線に他方で隣接する配線として、前記第1のタイミングで電位が遷移する第4の信号線を割り当てることを特徴とする、請求項 2に記載の自動配置配線装置。

【請求項 5】 前記レイアウトデータ生成手段は、前記第1の信号線と前記第4の信号線との間の間隔を、前記第1の信号線と前記第2の信号線との間の間隔よりも広く設定することを特徴とする、請求項 4に記載の自動配置配線装置。

【請求項 6】 電位が前記第1のタイミングで電位しない前記配線は、電源配線及びグランド配線のいずれか一方であることを特徴とする、請求項 1に記載の自動配置配線装置。

【請求項 7】 前記レイアウトデータ生成手段は、前記第1の信号線に他方で隣接する配線として、電源配線及びグランド配線のいずれか一方を割り当てることを特徴とする、請求項 6に記載の自動配置配線装置。

【請求項 8】 前記レイアウトデータ生成手段は、前記第1の信号線に他方で隣接する配線として、前記第1のタイミングあるいは前記第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第5の信号線を割り当て、

さらに前記レイアウトデータ生成手段は、前記第1の信号線と前記第5の信号線との間の間隔を、前記第1の信号線と前記電源配線及びグランド配線のいずれか一方と

の間の間隔よりも広く設定することを特徴とする、請求項 6に記載の自動配置配線装置。

【請求項 9】 前記ネットリストは、前記複数の信号線をそれぞれ伝搬する信号の遅延に関する情報を含み、前記レイアウトデータ生成手段は、前記信号の遅延に関する情報に基づいて、前記複数の信号線のうち信号の遅延による影響を受けやすい信号線を前記第1の信号線として設定することを特徴とする、請求項 6～8のいずれか一つに記載の自動配置配線装置。

【請求項 10】 前記複数の信号線のそれぞれの電位は、基準信号の遷移に同期して遷移し、前記ネットリストにおける前記タイミングに関する情報には、前記基準信号の遷移と前記複数の信号線のそれぞれの電位の遷移との間の許容時間差が含まれることを特徴とする、請求項 1に記載の自動配置配線装置。

【請求項 11】 並設された複数の配線を備える半導体集積回路であって、前記複数の配線は、第1のタイミングで電位が遷移する第1の信号線を含み、前記第1の信号線に一方で隣接する配線は、電位が前記第1のタイミングで遷移しない配線であることを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 12】 電位が前記第1のタイミングで遷移しない前記配線は、前記第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第2の信号線であることを特徴とする、請求項 11に記載の半導体集積回路。

【請求項 13】 前記第1の信号線に他方で隣接する配線は、前記第2のタイミングで電位が遷移する第3の信号線であることを特徴とする、請求項 12に記載の半導体集積回路。

【請求項 14】 前記第1の信号線に他方で隣接する配線は、前記第1のタイミングで電位が遷移する第4の信号線であることを特徴とする、請求項 12に記載の半導体集積回路。

【請求項 15】 前記第1の信号線と前記第4の信号線との間の間隔は、前記第1の信号線と前記第2の信号線との間の間隔よりも広いことを特徴とする、請求項 14に記載の半導体集積回路。

【請求項 16】 電位が前記第1のタイミングで遷移しない前記配線は、電源配線及びグランド配線のいずれか一方であることを特徴とする、請求項 11に記載の半導体集積回路。

【請求項 17】 前記第1の信号線に他方で隣接する配線は、電源配線及びグランド配線のいずれか一方であることを特徴とする、請求項 16に記載の半導体集積回路。

【請求項 18】 前記第1の信号線に他方で隣接する配線は、前記第1のタイミングあるいは前記第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第5の信号線であり、

前記第1の信号線と前記第5の信号線との間の間隔は、前記第1の信号線と前記電源配線及びグランド配線のいずれか一方との間の間隔よりも広いことを特徴とする、請求項16に記載の半導体集積回路。

【請求項19】 前記第1の信号線は、前記複数の信号線のうち信号の遅延による影響を受けやすい信号線であることを特徴とする、請求項16～18のいずれか一つに記載の半導体集積回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体集積回路の配線レイアウトを行う自動配線装置、及び該自動配線装置によってレイアウトされた配線を備える半導体集積回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路の基板上には、信号線、電源配線、グランド配線等の複数の配線が形成されており、これらの配線のレイアウトは自動配線装置によって決定される。ところで、これらの配線は、配線抵抗と呼ばれる電気抵抗を有するとともに、基板や他の配線との間に配線容量と呼ばれる容量を構成する。そして、信号線を信号が伝搬する場合、その信号線の有する配線抵抗と配線容量との積によって定まる値に応じて信号の遅延が生じる。ここで、配線抵抗を無視して配線容量のみに着目すると、信号の遅延は配線容量の大きさによって決定される。

【0003】 具体的に配線容量は、配線の上面あるいは底面と基板との間の容量（面成分による容量）、配線の側面と基板との間の容量（フリッジ容量）、及び隣接する配線同士の間容量（カップリング容量）の合計として与えられる。

【0004】 サブミクロン以前の半導体集積回路においては、配線容量のうち、配線と基板との間の容量、特に面成分による容量の占める割合が大きく、カップリング容量の占める割合は小さかった。しかも、基板の電位は変化しないため、配線容量に起因する信号の遅延量が、基板の電位が変化することによって変動するという点を考慮する必要もなかった。

【0005】 しかし、近年における半導体集積回路の微細化に伴い、配線の上面積や底面積は小さくなるとともに、隣接する配線同士の間隔は狭くなった。このため、配線容量のうち、面成分による容量の占める割合は小さくなり、一方、カップリング容量の占める割合は大きくなった。具体的には、全配線容量のうち、カップリング容量の占める割合が50%以上に達するまでになった。しかも、基板の電位が変化しないのに対して、配線、特に信号線の電位は伝搬する信号の状態に応じて遷移する。信号線の電位が遷移すると、これに伴って、この信号線とこれに隣接する信号線との間のカップリング容量に起因する信号の遅延量も変動する。そして、互いに隣

接する2つの信号線の電位が同じタイミングで遷移し、かつ、その遷移の仕方がこの2つの信号線同士で互いに異なる場合（例えば、一方の信号線の電位がHレベルからLレベルに遷移すると同時に、これに隣接する他方の信号線の電位がLレベルからHレベルに遷移する場合）は、両信号線間のカップリング容量に起因する信号の遅延量は実効的に増加するという問題を生ずる。

【0006】 なお、上記したように、信号線を伝搬する信号の遅延量の変動は、この信号線とこれに隣接する信号線との間の電位差が変動することに起因して生じるものであるが、隣接する信号線の電位が遷移することにより両信号線間のカップリング容量が増加したことに起因して生じたものとも考えることもできる。このように増加を考慮した場合のカップリング容量を、本明細書において特に「実効カップリング容量」と表記する。

【0007】 次に、信号が遷移するタイミングについて説明する。現状の半導体集積回路においては、各信号線を伝搬する信号は、基準信号（一般にはクロック）が遷移するタイミングを基準として遷移することが多い。クロックが遷移するタイミングに対して各信号がどのようなタイミングで遷移するかは、その信号線がどのような属性（信号属性）を有しているかという問題として捉えることができる。例えば、クロックが遷移するタイミングと同時に遷移する信号が伝搬する信号線は「信号属性Uを有する信号線」と、クロックが遷移するタイミングに対してクロックの周期の半分の位相差で遷移する信号が伝搬する信号線は「信号属性Vを有する信号線」と表現することができる。このように考えると、異なる信号属性を有する信号線同士は同一のタイミングで電位が遷移せず、一方、同一の信号属性を有する信号線同士は同一のタイミングで電位が遷移する。

【0008】 図17は、従来の自動配線装置による配線レイアウトの一例を模式的に示す図である。ここでは、説明の簡単化のため、7本の信号線1021～1027のみを示している。グリッド1011～10113は、半導体集積回路の基板上に仮想的に並設された配線領域である。自動配線装置は、信号線1021～1027を、それぞれグリッド1011、1013、1015、1017、1019、10111、10113に割り当てる。このとき、信号線1021～1027はいずれも信号属性Aを有している。その結果、半導体集積回路の基板上には、同一の信号属性Aを有する複数の信号線1021～1027が互いに隣接して並設される格好となる。

【0009】 図18は、信号線1021～1027をそれぞれ伝搬する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートである。信号線1021～1027はいずれも同一の信号属性Aを有するため、各信号線1021～1027を伝搬する信号はいずれも著目タイミングT100において遷移する。ここでは、信号線1021～1023、1025～1027を伝搬する各信号はLレベル（例えば0V）

からHレベル（例えば2.5V）に遷移し、一方、信号線1024を伝搬する信号はHレベルからLレベルに遷移するものとする。そして、各信号線を伝搬する信号が遷移すると、それに応じて、各信号線1021～1027の電位も遷移する。

【0010】以下、信号線1023と信号線1024とに着目して、信号線の電位の遷移に伴う実効カップリング容量の変動について検討する。図18に示すように、着目タイミングT100以前においては、信号線1023の電位は0V、信号線1024の電位は2.5Vであり、両信号線間の電位差は2.5Vであった。しかし、着目タイミングT100において、信号線1023の電位が0Vから2.5Vに、信号線1024の電位が2.5Vから0Vにそれぞれ遷移することにより、両信号線間にはみかけ上5Vの電位差が生じる。即ち、信号線の電位が遷移する瞬間、両信号線間には、信号線の電位が遷移していない場合の2倍の電位差が生じると考えることができる。従って、信号線1023と信号線1024との間の実効カップリング容量は、信号線の電位が遷移していない場合のカップリング容量の2倍となる。ここで、図17に示したように、信号線1023と信号線1024とは2グリッド間隔で割り当てられているため、カップリング容量係数をCとすると、信号線の電位の遷移に伴う実効カップリング容量の増加分はC/2となる。

【0011】上述したように、信号線1021～1027はいずれも同一の信号属性Aを有するため、信号線1021～1027をそれぞれ伝搬する各信号はいずれも同一の着目タイミングT100において遷移する。従って、信号線の電位の遷移に伴う実効カップリング容量の増加は、信号線1024と信号線1023との間のみならず、信号線1024と他の全ての信号線1021、1022、1025、1026、1027との間でも生じ得る。図19は、信号線1024と他の信号線1021～1023、1025～1027との間の実効カップリング容量の増加を示す図である。信号線1024と信号線1021～1023、1025～1027との間の各グリッド間隔に応じて、信号線1024と信号線1021、1022との間ではC/6、信号線1024と信号線1022、1026との間ではC/4、信号線1024と信号線1023、1025との間ではC/2だけ実効カップリング容量の増加がそれぞれ生じる。従って、実効カップリング容量の増加分の合計は、 $C/6 + C/4 + C/2 + C/2 + C/4 + C/6 = 11C/6$ となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の自動配置配線装置は、総配線長を短くすることや配線領域の面積を小さくすることのみを考慮して配線レイアウトを行っており、隣接する配線の電位が遷移することによる実効カップリング容量の増加に対する考慮はなされていなかった。

【0013】図20は、信号の遅延量の増大を説明するためのタイミングチャートであり、図18に示した信号線1023～1025の波形を抜き出したものに相当する。実効カップリング容量の増加に起因して、信号線1024の波形にオーバーシュート103が発生している。これにより、信号線1024を伝搬する信号の遷移は、信号線1023、1025をそれぞれ伝搬する信号の遷移と比較すると、時間だけ遅延している。このように従来の自動配置配線装置には、実効カップリング容量の増加に起因して、各信号線を伝搬する信号の遅延量が増大するという問題があった。

【0014】そして、回路規模が増大すると必然的に配線長は一層大きくなり、寄生容量や寄生抵抗等の負荷が大きくなるため、半導体集積回路の高速化や高信頼性化への障害となる。

【0015】本発明はこのような問題を解決するために成されたものであり、実効カップリング容量の増加による影響を考慮して配線レイアウトを実行する自動配置配線装置を得るとともに、該自動配置配線装置によって配線レイアウトを行うことにより、高速化や高信頼性化に適した半導体集積回路を得ることを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明のうち請求項1に記載の自動配置配線装置は、複数の信号線を含む複数の配線により素子が接続されて成る回路の接続情報を与えるネットリストを入力するネットリスト入力手段と、複数の配線及び素子のそれぞれを、回路を形成すべき基板上に割り当てるためのレイアウトデータを生成するレイアウトデータ生成手段とを備え、ネットリストは、複数の信号線のそれぞれの電位が遷移するタイミングに関する情報を含み、レイアウトデータ生成手段は、ネットリストにおけるタイミングに関する情報に基づいて、第1のタイミングで電位が遷移する第1の信号線に一方で隣接する配線として、電位が第1のタイミングで遷移しない配線を割り当てることを特徴とするものである。

【0017】また、この発明のうち請求項2に記載の自動配置配線装置は、請求項1に記載の自動配置配線装置であって、電位が第1のタイミングで遷移しない配線は、第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第2の信号線であることを特徴とするものである。

【0018】また、この発明のうち請求項3に記載の自動配置配線装置は、請求項2に記載の自動配置配線装置であって、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線に他方で隣接する配線として、第2のタイミングで電位が遷移する第3の信号線を割り当てることを特徴とするものである。

【0019】また、この発明のうち請求項4に記載の自動配置配線装置は、請求項2に記載の自動配置配線装置

であって、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線に他方で隣接する配線として、第1のタイミングで電位が遷移する第4の信号線を割り当てることを特徴とするものである。

【0020】また、この発明のうち請求項5に記載の自動配置配線装置は、請求項4に記載の自動配置配線装置であって、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線と第4の信号線との間の間隔を、第1の信号線と第2の信号線との間の間隔よりも広く設定することを特徴とするものである。

【0021】また、この発明のうち請求項6に記載の自動配置配線装置は、請求項1に記載の自動配置配線装置であって、電位が第1のタイミングで電位しない配線は、電源配線及びグランド配線のいずれか一方であることを特徴とするものである。

【0022】また、この発明のうち請求項7に記載の自動配置配線装置は、請求項6に記載の自動配置配線装置であって、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線に他方で隣接する配線として、電源配線及びグランド配線のいずれか一方を割り当てることを特徴とするものである。

【0023】また、この発明のうち請求項8に記載の自動配置配線装置は、請求項6に記載の自動配置配線装置であって、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線に他方で隣接する配線として、第1のタイミングあるいは第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第5の信号線を割り当て、さらにレイアウトデータ生成手段は、第1の信号線と第5の信号線との間の間隔を、第1の信号線と電源配線及びグランド配線のいずれか一方との間の間隔よりも広く設定することを特徴とするものである。

【0024】また、この発明のうち請求項9に記載の自動配置配線装置は、請求項6～8のいずれか一つに記載の自動配置配線装置であって、ネットリストは、複数の信号線をそれぞれ伝搬する信号の遅延に関する情報を含み、レイアウトデータ生成手段は、信号の遅延に関する情報に基づいて、複数の信号線のうち信号の遅延による影響を特に受けやすい信号線を第1の信号線として設定することを特徴とするものである。

【0025】また、この発明のうち請求項10に記載の自動配置配線装置は、請求項1に記載の自動配置配線装置であって、複数の信号線のそれぞれの電位は、基準信号の遷移に同期して遷移し、ネットリストにおけるタイミングに関する情報には、基準信号の遷移と複数の信号線のそれぞれの電位の遷移との間の許容時間差が含まれることを特徴とするものである。

【0026】また、この発明のうち請求項11に記載の半導体集積回路は、並設された複数の配線を備える半導体集積回路であって、複数の配線は、第1のタイミングで電位が遷移する第1の信号線を含み、第1の信号線に

一方で隣接する配線は、電位が第1のタイミングで遷移しない配線であることを特徴とするものである。

【0027】また、この発明のうち請求項12に記載の半導体集積回路は、請求項11に記載の半導体集積回路であって、電位が第1のタイミングで遷移しない配線は、第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第2の信号線であることを特徴とするものである。

【0028】また、この発明のうち請求項13に記載の半導体集積回路は、請求項12に記載の半導体集積回路であって、第1の信号線に他方で隣接する配線は、第2のタイミングで電位が遷移する第3の信号線であることを特徴とするものである。

【0029】また、この発明のうち請求項14に記載の半導体集積回路は、請求項12に記載の半導体集積回路であって、第1の信号線に他方で隣接する配線は、第1のタイミングで電位が遷移する第4の信号線であることを特徴とするものである。

【0030】また、この発明のうち請求項15に記載の半導体集積回路は、請求項14に記載の半導体集積回路であって、第1の信号線と第4の信号線との間の間隔は、第1の信号線と第2の信号線との間の間隔よりも広いことを特徴とするものである。

【0031】また、この発明のうち請求項16に記載の半導体集積回路は、請求項11に記載の半導体集積回路であって、電位が第1のタイミングで遷移しない配線は、電源配線及びグランド配線のいずれか一方であることを特徴とするものである。

【0032】また、この発明のうち請求項17に記載の半導体集積回路は、請求項16に記載の半導体集積回路であって、第1の信号線に他方で隣接する配線は、電源配線及びグランド配線のいずれか一方であることを特徴とするものである。

【0033】また、この発明のうち請求項18に記載の半導体集積回路は、請求項16に記載の半導体集積回路であって、第1の信号線に他方で隣接する配線は、第1のタイミングあるいは第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで電位が遷移する第5の信号線であり、第1の信号線と第5の信号線との間の間隔は、第1の信号線と電源配線及びグランド配線のいずれか一方との間の間隔よりも広いことを特徴とするものである。

【0034】また、この発明のうち請求項19に記載の半導体集積回路は、請求項16～18のいずれか一つに記載の半導体集積回路であって、第1の信号線は、複数の信号線のうち信号の遅延による影響を特に受けやすい信号線であることを特徴とするものである。

【0035】

【発明の実施の形態】従来技術の説明でも言及したように、一般的に論理回路は、基準信号（例えば、同期回路の場合はクロック、非同期回路の場合はReady信号

等)の遷移を起点として動作を開始する。また、各信号線に接続されている負荷等を考慮すると、各信号線を伝搬する信号の遷移が基準信号の遷移に対してどの程度遅延するかは設計段階から予測できる。例えば、同期回路を構成する論理回路(例えばラッチ回路や組合せ回路等)は、大まかにはクロックの立ち上がり同期して動作を開始する。また、クロックの立ち上がりからどの程度の時間だけ遅延して動作を開始するかは予測できる。一方、非同期回路を構成する論理回路は、大まかにはReady信号の立ち上がりを基準として動作を開始する。また、同期回路の場合と同様に、Ready信号の立ち上がりからどの程度の時間だけ遅延して動作を開始するかは予測できる。これらの情報に基づいて配線レイアウト(配線の配列順序や配線間隔等の決定)を行うのが本発明の主旨である。以下、本発明の具体的な実施形態について述べる。

【0036】実施の形態1。図1は、本発明の実施の形態1に係る自動配置配線装置の構成を概略的に示すブロック図である。自動配置配線装置10は、レイアウトデータ生成部11を備えている。レイアウトデータ生成部11は、外部からネットリスト(回路の接続情報)及びレイアウトセルデータを入力し、これらのデータを参照して、配線やセルに関するレイアウトデータを生成して出力する。レイアウト対象たる配線としては、信号線、電源配線、グランド配線等がある。ここで、ネットリストには、各信号線の電位が遷移するタイミングに関する情報が含まれている。具体的には、各信号線の有する信号属性のほか、見送り配線長及び実配線長、見送り配線容量及び実配線容量、実配線抵抗、信号遷移の詳細なタイミング情報(例えばクロックの立ち上がりタイミングに対する信号波形の立ち上がりタイミングの遅延時間)等の付帯情報がある。

【0037】図2は、自動配置配線装置10による配線レイアウトを模式的に示す図である。ここでは、説明の簡便化のため、7本の信号線21~27のレイアウトのみを示している。グリッド11~113は、半導体集積回路の基板上に仮想的に並設された配線領域であり、各グリッドには、自動配置配線装置10の出力するレイアウトデータに基づいて所定の配線が割り当てられる。本実施の形態1においては、信号線21~27を、それぞれグリッド11、13、15、17、19、111、113に割り当てる。このとき、信号線21、23、25、27は信号属性Bを有する信号線であり、信号線22、24、26は信号属性Aを有する信号線である。ここで、「信号属性Aを有する信号線」とは、後述する第1タイミングT1で遷移する信号が伝搬する信号線を意味し、「信号属性Bを有する信号線」とは、後述する第2タイミングT2で遷移する信号が伝搬する信号線を意味する。その結果、信号属性Aを有する信号線と信号属性Bを有する信号線とが

交互に配置され、同一の信号属性を有する信号線同士が互いに隣接しない構成となっている。

【0038】図3は、信号線21~27をそれぞれ伝搬する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートである。図3にはクロックを示していないが、第1タイミングT1は例えばクロックが立ち上がるタイミングであり、第2タイミングT2は例えばクロックが立ち下がるタイミングである。信号線21~27をそれぞれ伝搬する各信号の遷移は、クロックの遷移に対して完全に同期している。

【0039】信号線22、24、26はいずれも信号属性Aを有するため、これらの信号線を伝搬する各信号は、いずれも第1タイミングT1で遷移している。具体的には、第1タイミングT1において、信号線22、26を伝搬する各信号はLレベルからHレベルに遷移し、信号線24を伝搬する信号はHレベルからLレベルに遷移している。一方、信号線21、23、25、27はいずれも信号属性Bを有するため、これらの信号線を伝搬する各信号は、いずれも第2タイミングT2で遷移している。具体的には、第2タイミングT2において、信号線21、23、25、27を伝搬する各信号はいずれもLレベルからHレベルに遷移している。なお、各信号線を伝搬する信号のレベルに応じて各信号線の電位も遷移する。ここでは、信号線の電位は、信号がLレベルの時は0V、Hレベルの時は2.5Vである。

【0040】以下、信号線24を第1信号線とし、各信号線の電位の遷移に伴って信号線24と他の信号線との間の実効カップリング容量がどのように変動するかについて検討する。

【0041】図4は、第1タイミングT1における実効カップリング容量の変動を示す図である。図3に示したように、第1タイミングT1においては、信号線24に隣接する信号線23、25を伝搬する各信号はいずれも遷移しない。従って、図4に示すように、第1タイミングT1においては信号線24と他の信号線との間の実効カップリング容量の増加分はゼロである。なお、第1タイミングT1においては信号線22、26を伝搬する各信号がLレベルからHレベルに遷移している。しかし、信号線24と信号線22との間の信号線23、及び信号線24と信号線26との間の信号線25をそれぞれ伝搬する信号がいずれも遷移しない。従って、信号線24と信号線22、26との間の実効カップリング容量は、信号線22、26の電位の遷移による影響を受けない。

【0042】また、図5は、第2タイミングT2における実効カップリング容量の変動を示す図である。図3に示したように、第2タイミングT2においては、信号線24に隣接する信号線23、25を伝搬する各信号がLレベルからHレベルにそれぞれ遷移する。従って、各信号線が2グリッド間隔で配置されていることを考慮すると、図5に示すように、第2タイミングT2において

は、信号線24と信号線23との間の実効カップリング容量、及び信号線24と信号線25との間の実効カップリング容量がそれぞれ $C/2$ だけ増加する。その結果、実効カップリング容量の増加分の合計は $C/2 + C/2 = C$ となる。これは、信号線24の電位が遷移しなくても、隣接する信号線23、25の電位が遷移することによって、信号線24と信号線23、25との間の実効カップリング容量が増加することを意味する。なお、番目タイミングT2においては、信号線21、27を伝搬する各信号もLレベルからHレベルにそれぞれ遷移している。しかし、信号線24と信号線21との間の信号線26をそれぞれ伝搬する信号がいずれも遷移しない。従って、信号線24と信号線21、27との間の実効カップリング容量は、信号線21、27の電位の遷移による影響を受けない。

【0043】このように本実施の形態1に係る自動配置配線装置によれば、信号属性Aを有する信号線と信号属性Bを有する信号線とが交互に配置されるように各信号線をレイアウトする。これにより、番目信号線の有する信号属性と、番目信号線に隣接する信号線の有する信号属性とは互いに相違する。従って、番目信号線に隣接する信号線の電位は、番目信号線の電位が遷移するタイミングでは遷移しないため、番目信号線に隣接する信号線の電位が遷移することによる番目信号線の実効カップリング容量の増加分をゼロにすることができる。

【0044】また、本実施の形態1に係る自動配置配線装置によってレイアウトされた配線を備える半導体集積回路によれば、番目信号線の電位が遷移する際の実効カップリング容量の増加分がゼロであるため、番目信号線を伝搬する信号の遅延量を削減することができ、高速化や高信頼性化に適した半導体集積回路を得ることができる。

【0045】実施の形態2、本発明の実施の形態2に係る自動配置配線装置の構成は、図1に示した実施の形態1と同様である。

【0046】図6は、本実施の形態2に係る自動配置配線装置10による配線レイアウトを模式的に示す図である。ここでは、説明の簡便化のため、7本の信号線31～37のレイアウトのみを示している。本実施の形態2においては、信号線31～37を、それぞれグリッド

11、13、15、17、19、111、113に割り当てる。このとき、信号線31、32、35、36は信号属性Bを有する信号線であり、信号線33、34、37は信号属性Aを有する信号線である。その結果、信号属性Aを有する信号線及び信号属性Bを有する信号線がそれぞれ2本ずつ連続で配置され、各信号線の一方では同一の信号属性を有する信号線が隣接し、他方では異なる信号属性を有する信号線が隣接する構成となっている。

【0047】図7は、信号線31～37をそれぞれ伝搬する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートであ

る。信号線33、34、37はいずれも信号属性Aを有するため、これらの信号線を伝搬する各信号は、いずれも番目タイミングT1で遷移している。具体的には、番目タイミングT1において、信号線33、37を伝搬する各信号はLレベルからHレベルに遷移し、信号線34を伝搬する信号はHレベルからLレベルに遷移している。一方、信号線31、32、35、36はいずれも信号属性Bを有するため、これらの信号線を伝搬する各信号は、いずれも番目タイミングT2で遷移している。具体的には、番目タイミングT2において、信号線31、32、35、36を伝搬する各信号はいずれもLレベルからHレベルに遷移している。

【0048】以下、信号線34を番目信号線とし、各信号線の電位の遷移に伴って信号線34と他の信号線との間の実効カップリング容量がどのように変動するかについて検討する。

【0049】図8は、番目タイミングT1における実効カップリング容量の変動を示す図である。図7に示したように、番目タイミングT1においては、信号線34を伝搬する信号がHレベルからLレベルに遷移するのに対し、信号線34に隣接する信号線33を伝搬する信号がLレベルからHレベルに遷移する。従って、各信号線が2グリッド間隔で配置されていることを考慮すると、図8に示すように、番目タイミングT1においては信号線34と信号線33との間の実効カップリング容量は $C/2$ だけ増加する。即ち、従来技術と比較すると、番目タイミングT1における実効カップリング容量の増加分は73%削減される。なお、番目タイミングT1においては、信号線37を伝搬する信号もLレベルからHレベルに遷移している。しかし、信号線34と信号線37との間の信号線35、36を伝搬する信号がいずれも遷移しないため、信号線34と信号線37との間の実効カップリング容量は、信号線37の電位の遷移による影響を受けない。

【0050】また、図9は、番目タイミングT2における実効カップリング容量の変動を示す図である。図7に示したように、番目タイミングT2においては、信号線34に隣接する信号線35を伝搬する信号、及び信号線34の他方で信号線35に隣接する信号線36を伝搬する信号がそれぞれLレベルからHレベルに遷移する。従って、各信号線が2グリッド間隔で配置されていることを考慮すると、図9に示すように、番目タイミングT2においては、信号線34と信号線35との間の実効カップリング容量が $C/2$ だけ増加するとともに、信号線34と信号線36との間の実効カップリング容量が $C/4$ だけ増加する。その結果、実効カップリング容量の増加分の合計は $C/2 + C/4 = 3C/4$ となる。即ち、上記実施の形態1と比較すると、番目タイミングT2における実効カップリング容量の増加分は25%削減される。なお、番目タイミングT2においては信号線31、32を伝搬する各信号もLレベルからHレベルにそれぞれ遷移し

ているが、信号線34と信号線31、32との間の信号線33を伝播する信号が遷移しないため、信号線34と信号線31、32との間の実効カップリング容量は、信号線31、32の電位の遷移による影響を受けない。

【0051】このように本実施の形態2に係る自動配置配線装置によれば、信号属性Aを有する信号線と信号属性Bを有する信号線とをそれぞれ2本ずつ連続で配置し、各目信号線の方では同一の信号属性を有する信号線が隣接し、他方では異なる信号属性を有する信号線が隣接するように各信号線をレイアウトする。従って、各目信号線に他方で隣接する信号線の電位は、各目信号線の電位が遷移するタイミングでは遷移しないため、各目信号線に他方で隣接する信号線の電位が遷移することによる各目信号線の実効カップリング容量の増加分を削減することができる。

【0052】また、本実施の形態2に係る自動配置配線装置によってレイアウトされた配線を備える半導体集積回路によれば、各目信号線の電位が遷移する際の実効カップリング容量の増加分が削減されるため、各目信号線を伝播する信号の遅延量を削減することができ、高速化や高信頼性化に適した半導体集積回路を得ることができる。

【0053】実施の形態3、本発明の実施の形態3に係る自動配置配線装置の構成は、図1に示した実施の形態1と同様である。

【0054】図10は、本実施の形態3に係る自動配置配線装置10による配線レイアウトを模式的に示す図である。ここでは、説明の簡単化のため、7本の信号線41～47のレイアウトのみを示している。本実施の形態3においては、信号線41～47を、それぞれグリッド11、15、17、111、113、117、119に割り当てる。ここで、信号線41、42、45、46は信号属性Bを有する信号線であり、信号線43、44、47は信号属性Aを有する信号線である。その結果、上記実施の形態2と同様に、信号属性Aを有する信号線及び信号属性Bを有する信号線がそれぞれ2本ずつ連続で配置され、各信号線の方では同一の信号属性を有する信号線が隣接し、他方では異なる信号属性を有する信号線が隣接する構成となっている。

【0055】信号線41～47をそれぞれ伝播する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートは、図7に示した実施の形態2と同様である。即ち、各目タイミングT1においては、信号線43、47を伝播する各信号がLレベルからHレベルに遷移するとともに、信号線44を伝播する信号がHレベルからLレベルに遷移する。また、各目タイミングT2においては、信号線41、42、45、46をそれぞれ伝播する各信号がいずれもLレベルからHレベルに遷移する。

【0056】以下、信号線44を各目信号線とし、各信号線の電位の遷移に伴って信号線44と他の信号線との

間の実効カップリング容量がどのように変動するかについて検討する。

【0057】図11は、各目タイミングT1における実効カップリング容量の変動を示す図である。上述したように、各目タイミングT1においては、信号線44を伝播する信号がHレベルからLレベルに遷移するのに対し、信号線44に隣接する信号線43を伝播する信号がLレベルからHレベルに遷移する。従って、信号線44と信号線43とが4グリッド間隔で配置されていることを考慮すると、図11に示すように、各目タイミングT1においては信号線44と信号線43との間の実効カップリング容量はC/4だけ増加する。即ち、各目タイミングT1における実効カップリング容量の増加分は、従来技術と比較すると86%、実施の形態2と比較すると50%、それぞれ削減される。なお、各目タイミングT1においては信号線47を伝播する信号もLレベルからHレベルに遷移しているが、信号線44と信号線47との間の信号線45、46を伝播する各信号がいずれも遷移しないため、信号線44と信号線47との間の実効カップリング容量は、信号線47の電位の遷移による影響を受けない。

【0058】また、図12は、各目タイミングT2における実効カップリング容量の変動を示す図である。上述したように、各目タイミングT2においては、信号線44に隣接する信号線45を伝播する信号、及び信号線44の他方で信号線45に隣接する信号線46を伝播する信号がそれぞれLレベルからHレベルに遷移する。従って、信号線44と信号線45とが2グリッド間隔で配置され、信号線44と信号線46とが6グリッド間隔で配置されていることを考慮すると、図12に示すように、各目タイミングT2においては、信号線44と信号線45との間の実効カップリング容量がC/2だけ増加するとともに、信号線44と信号線46との間の実効カップリング容量がC/6だけ増加する。その結果、実効カップリング容量の増加分の合計は $C/2 + C/6 = 2C/3$ となる。即ち、各目タイミングT2における実効カップリング容量の増加分は、実施の形態2と比較すると11%削減される。なお、各目タイミングT2においては信号線41、42を伝播する各信号もLレベルからHレベルにそれぞれ遷移しているが、信号線44と信号線41、42との間の信号線43を伝播する信号が遷移しないため、信号線44と信号線41、42との間の実効カップリング容量は、信号線41、42の電位の遷移による影響を受けない。

【0059】このように本実施の形態3に係る自動配置配線装置によれば、信号線の順序としては上記実施の形態2と同様としつつも、同一の信号属性を有する信号線同士の間隔が、異なる信号属性を有する信号線同士の間隔よりも広くなるように各信号線をレイアウトする。従って、各目信号線に隣接する信号線の電位の遷移が各目信号線に及ぼす影響を緩和することができ、上記実施の形態2と比較すると、実効カップリング容量の増加分を

さらに削減することができる。

【0060】また、本実施の形態3に係る自動配置配線装置によってレイアウトされた配線を備える半導体集積回路によれば、各信号線の電位が遷移する際の実効カップリング容量の増加分が実施の形態2よりもさらに削減されるため、高速化や高信頼性化にさらに適した半導体集積回路を得ることができる。

【0061】実施の形態4、本発明の実施の形態4に係る自動配置配線装置の構成は、図1に示した実施の形態1と同様である。

【0062】図13は、本実施の形態4に係る自動配置配線装置10による配線レイアウトを模式的に示す図である。信号線5をグリッド13に割り当てるとともに、信号線5に隣接する配線として、グリッド11、12に電源配線61を、グリッド14、15に電源配線62をそれぞれ割り当てる。信号線5の有する信号属性は、信号属性A及び信号属性Bのいずれであってもよい。なお、図13では、電源配線61、62がそれぞれ2グリッドにまたがって配置されている場合を示したが、これは電源配線の断面積が信号線の断面積よりも大きい場合を想定したものであり、これに限定するものではない。

【0063】また、図14は、本実施の形態4に係る自動配置配線装置10による他の配線レイアウトを模式的に示す図である。信号線51をグリッド13に割り当てるとともに、信号線51に隣接する配線として、グリッド11、12に電源配線61を、グリッド16に信号線52をそれぞれ割り当てる。ここで、信号線51は信号属性Aを、信号線52は信号属性Bをそれぞれ有している。上記実施の形態1、2では隣接する信号線同士の間隔を2グリッドとしたが、ここでは、信号線51と信号線52との間の間隔を、これよりも広い3グリッドとする。もちろん、上記実施の形態1、2と同様に2グリッド間隔としてもよい。

【0064】さらに、図15は、本実施の形態4に係る自動配置配線装置10による他の配線レイアウトを模式的に示す図である。信号線51をグリッド13に割り当てるとともに、信号線51に隣接する配線として、グリッド11、12に電源配線61を、グリッド16に信号線53をそれぞれ割り当てる。ここで、信号線51、53はいずれも信号属性Aを有している。上記実施の形態1、2では隣接する信号線同士の間隔を2グリッドとしたが、ここでは、信号線51と信号線53との間の間隔を、これよりも広い3グリッドとする。もちろん、上記実施の形態1、2と同様に2グリッド間隔としてもよい。

【0065】なお、信号線5、51には、信号の遅延による影響を特に受けやすい信号線、換言すれば実効カップリング容量の増加による影響を特に受けやすい信号線、例えば回路内のクリティカルパスやクロック配線等を採用する。具体的には、複数の信号線をそれぞれ伝搬する信号の遅延に関する情報をネットリストに含ませ

る。そして、レイアウトデータ生成部11は、この情報に基づいて、信号の遅延による影響を特に受けやすい信号線を信号線5、51として設定する。

【0066】このように本実施の形態4に係る自動配置配線装置によれば、各信号線（信号線5、51）に隣接する配線として、電源配線61、62を割り当てる。電源配線61、62は一定の電源電位を供給するものであり、電位の遷移は起こらない。従って、信号線5、51と電源配線61、62の間では、電源配線61、62の電位が遷移することによる実効カップリング容量の実効は生じない。これにより、信号線5、51に隣接する配線として電位が遷移する他の信号線を割り当てる場合と比較すると、実効カップリング容量の増加分を削減することができる。

【0067】また、図14、15に示したように、電源配線61の反対側で信号線51に隣接する配線として、電位の遷移が生じ得る信号線52、53を割り当てた場合であっても、信号線51と信号線52、53との間の間隔を広くすることにより、信号線52、53の電位が遷移することによる影響を緩和することができる。

【0068】さらに、本実施の形態4に係る自動配置配線装置によってレイアウトされた配線を備える半導体集積回路によれば、各信号線の実効カップリング容量の増加分が削減されるため、各信号線を伝搬する信号の遅延量を削減することができ、高速化や高信頼性化に適した半導体集積回路を得ることができる。

【0069】なお、以上の説明では、電位が遷移しない配線として電源配線を例にとり説明したが、電位が遷移しない配線としては電源配線の他にグランド配線があり、これを使用した場合であっても上記と同様の効果を得ることができる。

【0070】実施の形態5、本発明の実施の形態5に係る自動配置配線装置の構成は、図1に示した実施の形態1と同様である。

【0071】上記各実施の形態では、各信号線を伝搬する信号の遷移が、クロックの遷移に対して完全に同期していることを前提とした。しかし、現実の論理回路においては、たとえクロックの遷移に同期して論理回路が動作するように設計したとしても、トランジスタの持つ容量や配線容量等により、信号線を伝搬する信号の遷移はクロックの遷移に対してある程度の遅延等を生じる。即ち、現実の論理回路の動作は、クロックの遷移に対して完全に同期しているわけではない。そこで、クロックの遷移に対する所定の許容時間差を考慮して各信号線の信号属性を分類する方法を提供するのが本実施の形態5の主旨である。以下、具体的に説明する。

【0072】図16は、本実施の形態5に係る信号属性の分類方法を説明するためのタイミングチャートである。図16に示すように、信号S1、S2は、クロックCKが立ち上がるタイミングに対して所定の許容時間差W

1の範囲内で立ち上がっている。このようにクロックCKが立ち上がるタイミングに対して所定の許容時間差の範囲内で遷移する信号は「クロックCKの立ち上がり同期する信号」とみなす。そして、信号S1、S2が伝搬する信号線を「信号属性Aを有する信号線」と分類する。また、信号S3、S4は、クロックCKが立ち下がるタイミングに対して所定の許容時間差W2の範囲内で立ち上がっている。このようにクロックCKが立ち下がるタイミングに対して所定の許容時間差の範囲内で遷移する信号は「クロックCKの立ち下がり同期する信号」とみなす。そして、信号S3、S4が伝搬する信号線を「信号属性Bを有する信号線」と分類する。一方、信号S5はクロックCKの立ち上がりにも立ち下がりにも同期しておらず、信号S5が伝搬する信号線は例えば「信号属性Cを有する信号線」と分類することができる。

【0073】各信号S1～S5がクロックCKの立ち上がりタイミングあるいは立ち下がりタイミングに対してどの程度の時間差を持って遷移するかは、上記実施の形態1で述べた「信号遷移の詳細なタイミング情報」としてネットリストに含める。図1に示したレイアウトデータ生成部11は、かかる「信号遷移の詳細なタイミング情報」を含むネットリストを参照して各信号線の信号属性を分類し、さらに、上記各実施の形態で説明した技術思想に基づいて、配線に関する具体的なレイアウトデータを生成する。

【0074】このように本実施の形態5に係る自動配置配線装置によれば、クロックの遷移に対する所定の許容時間差を考慮して各信号線の信号属性を分類するため、現実の態様に即した自動配置配線装置を得ることができる。

【0075】

【発明の効果】この発明のうち請求項1に係るものによれば、第1の信号線に一方で隣接する配線の電位は、第1の信号線の電位が遷移する第1のタイミングで遷移しない。このため、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と当該配線との間のカップリング容量が、当該配線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0076】また、この発明のうち請求項2に係るものによれば、第1の信号線の電位が第1のタイミングで遷移するのに対して、第1の信号線に一方で隣接する第2の信号線の電位は第2のタイミングで遷移する。従って、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と第2の信号線との間のカップリング容量が、第2の信号線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0077】また、この発明のうち請求項3に係るものによれば、第1の信号線の電位が第1のタイミングで遷移するのに対して、第1の信号線に他方で隣接する第3の信号線の電位は第2のタイミングで遷移する。従

て、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と第3の信号線との間のカップリング容量が、第3の信号線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0078】また、この発明のうち請求項4に係るものによれば、第1の信号線に他方で隣接する第4の信号線の電位は、第1の信号線と同様に第1のタイミングで遷移する。従って、第2のタイミングにおいて、第1の信号線と第4の信号線との間のカップリング容量が、第4の信号線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0079】また、この発明のうち請求項5に係るものによれば、レイアウトデータ生成手段は、いずれも第1のタイミングで電位が遷移する第1の信号線と第4の信号線との間の間隔を、電位が遷移するタイミングが互いに異なる第1の信号線と第2の信号線との間の間隔よりも広く設定する。従って、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と第4の信号線との間のカップリング容量が第4の信号線の電位の遷移によって増加する影響を緩和することができる。

【0080】また、この発明のうち請求項6に係るものによれば、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線に一方で隣接する配線として、電源配線及びグランド配線のいずれか一方を割り当てる。ここで、電源配線及びグランド配線の電位は遷移しないため、第1の信号線と電源配線あるいはグランド配線との間のカップリング容量は、電源配線あるいはグランド配線の電位が遷移することによる変動を生じない。

【0081】また、この発明のうち請求項7に係るものによれば、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線に一方で隣接する配線のみならず、他方で隣接する配線としても、電源配線及びグランド配線のいずれか一方を割り当てる。従って、第1の信号線は、電源配線あるいはグランド配線によって挟み込まれる格好となり、カップリング容量の変動は生じない。

【0082】また、この発明のうち請求項8に係るものによれば、レイアウトデータ生成手段は、第1の信号線と第5の信号線との間の間隔を、第1の信号線と電源配線及びグランド配線のいずれか一方との間の間隔よりも広く設定する。従って、第1の信号線と第5の信号線との間のカップリング容量が第5の信号線の電位の遷移によって増加する影響を緩和することができる。

【0083】また、この発明のうち請求項9に係るものによれば、レイアウトデータ生成手段は、複数の信号線のうち信号の遅延による影響を特に受けやすい信号線を第1の信号線として設定する。そして、請求項6～8のいずれか一つに係る発明によって、信号の遅延による影響を特に受けやすい当該信号線のカップリング容量の増加を適切に削減する。従って、当該信号線を伝搬する信号の遅延を適切に抑制することができる。

【0084】また、この発明のうち請求項 10に係るものによれば、レイアウトデータ生成手段は、基準信号の遷移と信号線の電位の遷移との間の時間差が許容時間差の範囲内にある場合は、その信号線の電位の遷移は基準信号の遷移に同期しているとみなしてレイアウトデータを生成することができるため、請求項 1に係る発明を現実の態様に即して適用することができる。

【0085】この発明のうち請求項 11に係るものによれば、第1の信号線に一方で隣接する配線の電位は、第1の信号線の電位が遷移する第1のタイミングで遷移しない。このため、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と当該配線との間のカップリング容量が、当該配線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0086】また、この発明のうち請求項 12に係るものによれば、第1の信号線の電位が第1のタイミングで遷移するのに対して、第1の信号線に一方で隣接する第2の信号線の電位は第2のタイミングで遷移する。従って、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と第2の信号線との間のカップリング容量が、第2の信号線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0087】また、この発明のうち請求項 13に係るものによれば、第1の信号線の電位が第1のタイミングで遷移するのに対して、第1の信号線に他方で隣接する第3の信号線の電位は第2のタイミングで遷移する。従って、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と第3の信号線との間のカップリング容量が、第3の信号線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0088】また、この発明のうち請求項 14に係るものによれば、第1の信号線に他方で隣接する第4の信号線の電位は、第1の信号線と同様に第1のタイミングで遷移する。従って、第2のタイミングにおいて、第1の信号線と第4の信号線との間のカップリング容量が、第4の信号線の電位の遷移によって増加することを回避することができる。

【0089】また、この発明のうち請求項 15に係るものによれば、いずれも第1のタイミングで電位が遷移する第1の信号線と第4の信号線との間の間隔は、電位が遷移するタイミングが互いに異なる第1の信号線と第2の信号線との間の間隔よりも広い。従って、第1のタイミングにおいて、第1の信号線と第4の信号線との間のカップリング容量が第4の信号線の電位の遷移によって増加する影響を緩和することができる。

【0090】また、この発明のうち請求項 16に係るものによれば、第1の信号線には電源配線及びグランド配線のいずれか一方が隣接する。ここで、電源配線及びグランド配線の電位は遷移しないため、第1の信号線と電源配線あるいはグランド配線との間のカップリング容量

は、電源配線あるいはグランド配線の電位が遷移することによる変動を生じない。

【0091】また、この発明のうち請求項 17に係るものによれば、第1の信号線は、電源配線あるいはグランド配線によって挟み込まれる格好となり、カップリング容量の変動は生じない。

【0092】また、この発明のうち請求項 18に係るものによれば、第1の信号線と第5の信号線との間の間隔は、第1の信号線と電源配線あるいはグランド配線との間の間隔よりも広い。従って、第1の信号線と第5の信号線との間のカップリング容量が第5の信号線の電位の遷移によって増加する影響を緩和することができる。

【0093】また、この発明のうち請求項 19に係るものによれば、複数の信号線のうち信号の遅延による影響を特に受けやすい信号線を第1の信号線として採用する。そして、請求項 16～18に係る発明によって当該信号線のカップリング容量の増加を削減する。従って、当該信号線を伝搬する信号の遅延を適切に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る自動配置配線装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】 自動配置配線装置による配線レイアウトを模式的に示す図である。

【図3】 複数の信号線をそれぞれ伝搬する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートである。

【図4】 番目タイミングT1における実効カップリング容量の変動を示す図である。

【図5】 番目タイミングT2における実効カップリング容量の変動を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態2に係る自動配置配線装置による配線レイアウトを模式的に示す図である。

【図7】 複数の信号線をそれぞれ伝搬する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートである。

【図8】 番目タイミングT1における実効カップリング容量の変動を示す図である。

【図9】 番目タイミングT2における実効カップリング容量の変動を示す図である。

【図10】 本発明の実施の形態3に係る自動配置配線装置による配線レイアウトを模式的に示す図である。

【図11】 番目タイミングT1における実効カップリング容量の変動を示す図である。

【図12】 番目タイミングT2における実効カップリング容量の変動を示す図である。

【図13】 本発明の実施の形態4に係る自動配置配線装置による配線レイアウトを模式的に示す図である。

【図14】 本発明の実施の形態4に係る自動配置配線装置による他の配線レイアウトを模式的に示す図である。

【図15】 本発明の実施の形態4に係る自動配置配線

装置による他の配線レイアウトを模式的に示す図である。

【図16】 本発明の実施の形態5に係る信号属性の分類方法を説明するためのタイミングチャートである。

【図17】 従来の自動配線配線装置による配線レイアウトの一例を模式的に示す図である。

【図18】 複数の信号線をそれぞれ伝搬する各信号の遷移の状態を示すタイミングチャートである。

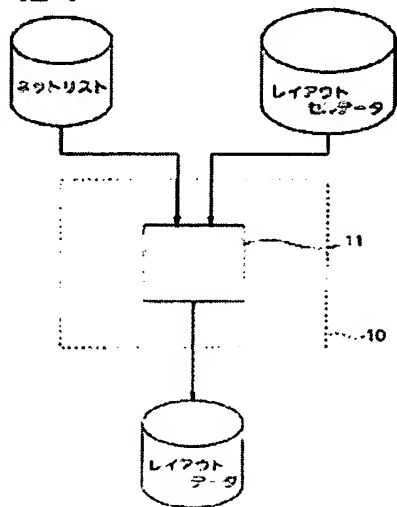
【図19】 各信号線と他の信号線との間の実効カップリング容量の増加を示す図である。

【図20】 信号の遅延量の増大を説明するためのタイミングチャートである。

【符号の説明】

21～27, 31～37, 41～47, 5, 51～59 信号線、61, 62 電源配線、10 自動配線配線装置、11 レイアウトデータ生成部。

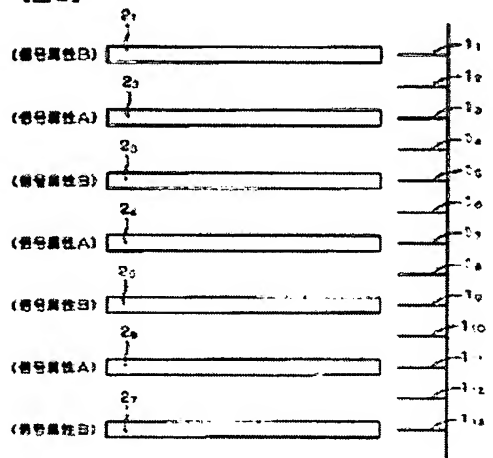
【図1】



10 自動配線配線装置

11 レイアウトデータ生成部

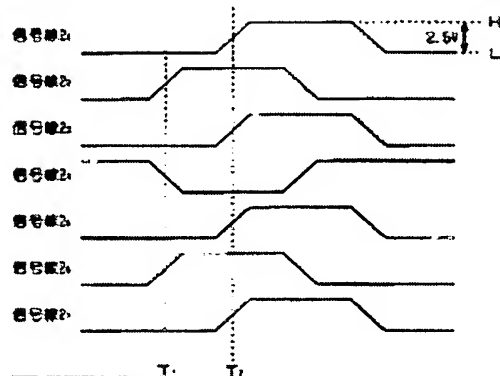
【図2】



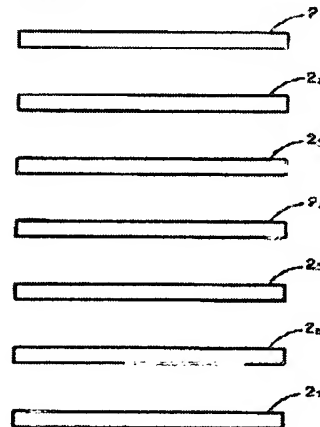
1.～13: クリッド

2.～27: 信号線

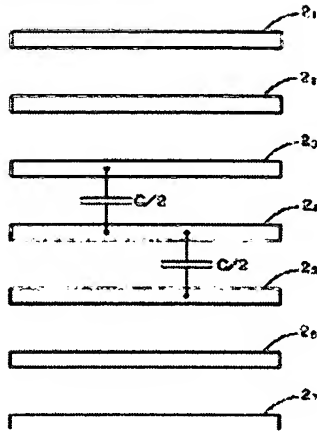
【図3】



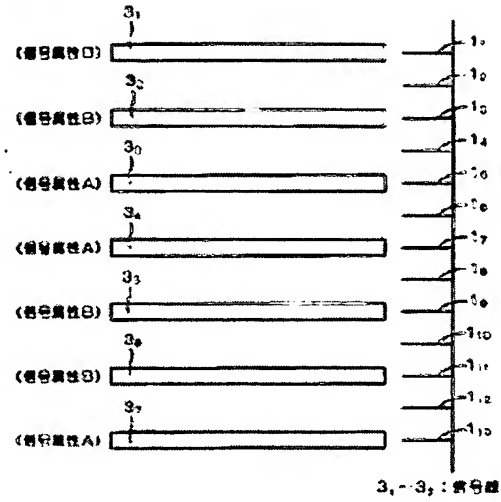
【図4】



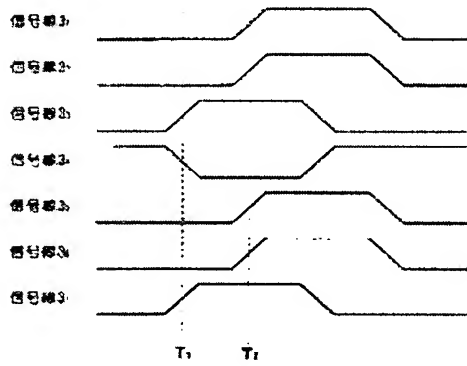
【図5】



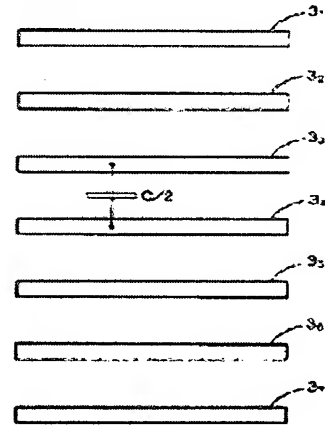
【図6】



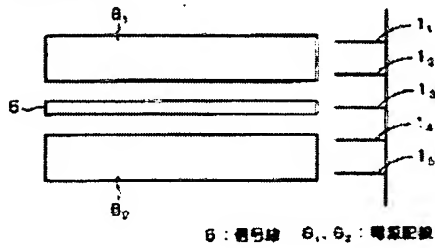
【図7】



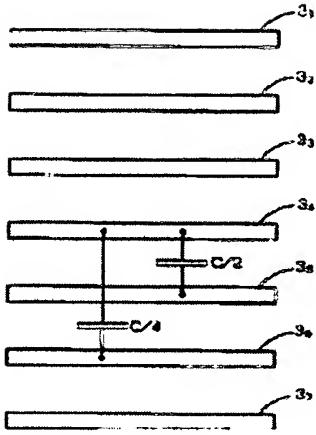
【図8】



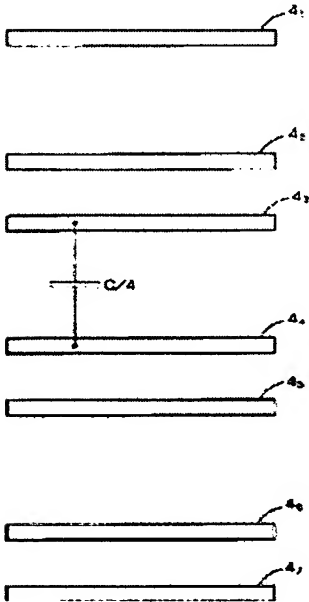
【図13】



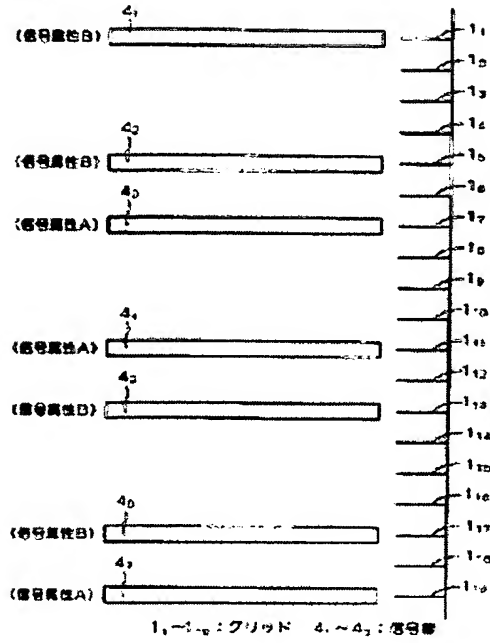
【図9】



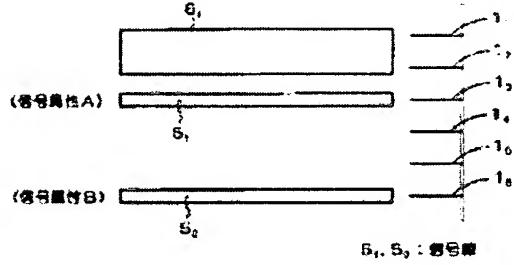
【図11】



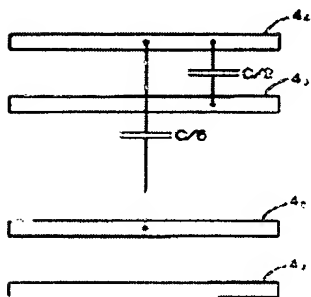
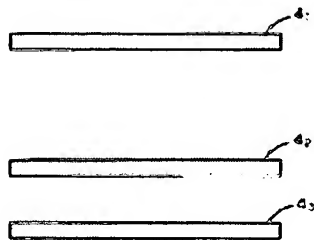
【図10】



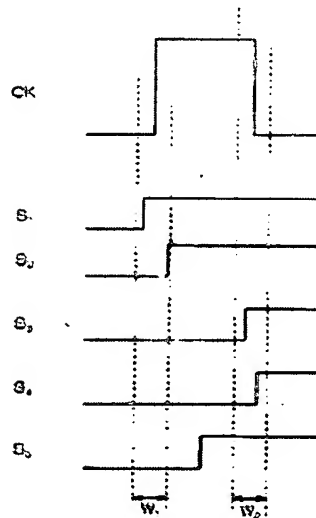
【図14】



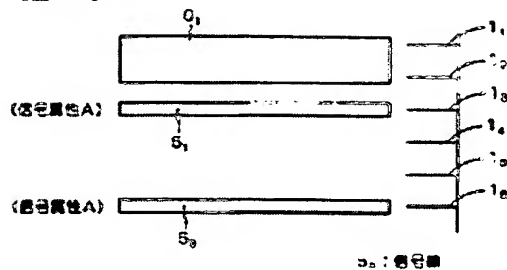
【图 12】



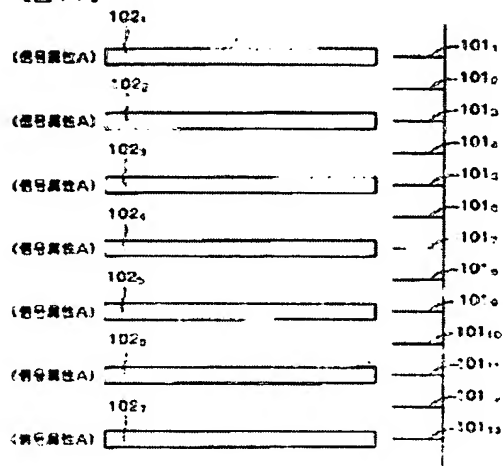
【图 16】



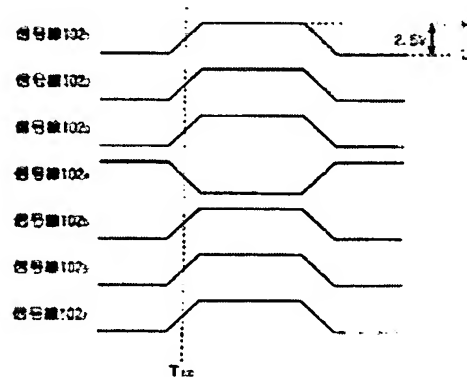
【图 15】



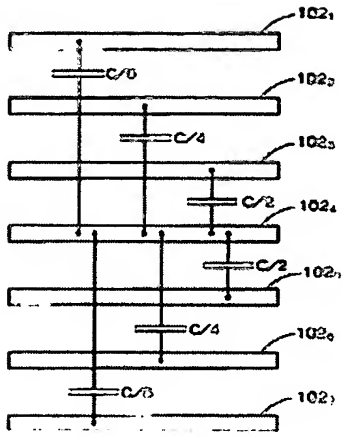
【图 17】



【图 18】



【图 19】



【图 20】

